

VALUASI JASA GUA UNTUK PENGGUNAAN AIR DI DESA WALENGKABOLA KECAMATAN TONGKUNO KABUPATEN MUNA

VALUATION OF CAVE SERVICES FOR WATER USE IN WALENGKABOLA VILLAGE, TONGKUNO DISTRICT, MUNA REGENCY

Oleh

La Ode Agus Salim Mando^{1*)}, La Baco Sudia²⁾, Satya Agustina Laksananny³⁾, Sahindomi Bana⁴⁾, Umar Ode Hasani⁵⁾, Aminuddin Mane Kandari⁶⁾, Safril Kasim⁷⁾, Hafidah Nur⁸⁾, La Ode Midi⁹⁾, Nurgiantoro¹⁰⁾, La Ode Siwi¹¹⁾ dan Wa Ode Sryyulia Nazra¹²⁾

^{1,3,4,5,8,12)}Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan UHO, Jl. H.E.A. Mokodompit Kampus Bumi Tridarma, Anduonohu, Kec. Kambu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93232

^{2,6,7,9,11)}Jurusan Ilmu Lingkungan Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan UHO, Jl. H.E.A. Mokodompit Kampus Bumi Tridarma, Anduonohu, Kec. Kambu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93232

¹⁰⁾Jurusan Geografi Fakultas Mate-Matika dan Ilmu Pengetahuan Alam UHO, Jl. H.E.A. Mokodompit Kampus Bumi Tridarma, Anduonohu, Kec. Kambu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93232

[Email*a.salim@uho.ac.id*](mailto:a.salim@uho.ac.id)

Diterima: 18 Maret 2024

Disetujui: 24 April 2024

Abstrak

Keberadaan gua sebagai penyimpan air bersih di beberapa wilayah sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Masyarakat membutuhkan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masak, mandi, cuci, kakus dan lain-lain. Salah satunya diperoleh melalui gua yang berada di Desa Walengkabola di Kecamatan Tongkuno Kabupaten Muna. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai jasa gua sebagai penghasil air bersih yang dimanfaatkan oleh masyarakat. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Mei sampai dengan Oktober 2023. Populasi dalam penelitian adalah seluruh masyarakat Desa Walengkabola yang berjumlah 105 kepala keluarga (kk), dengan sampel berjumlah 32 kk yang pilih secara random sederhana. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total volume penggunaan air masyarakat untuk kebutuhan rumah tangga adalah sebesar 35.317,80 m³/thn. Nilai ekonomi air rumah tangga yang berasal dari air gua Desa Walengkabola berdasarkan harga kesepakatan yaitu sebesar Rp. 6.295.508,02/thn, adapun berdasarkan harga Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Muna yaitu Rp. 194.883.620,40/thn.

Kata kunci: *Pengatur Tata Air, Penggunaan Air, Valuasi Jasa Gua*

Abstract

The existence of caves as stores of clean water in several areas is really needed by the community. People need clean water to meet their cooking, bathing, washing, toilet and other needs. One of them is obtained from a cave in Walengkabola Village in Tongkuno District, Muna Regency. Therefore, this research aims to determine the value of cave services as a producer of clean water that is used by the community. This research was carried out from May to October 2023. The population in the study was the entire community of Walengkabola Village, totaling 105 heads of families (families), with a sample of 32 households selected by simple random. The types of data used in this research are quantitative and qualitative data. The research results show that the total volume of community water use for household needs is 35,317.80 m³/yr. The economic value of household water originating from the cave water in Walengkabola Village is based on the agreed price, namely IDR. 6,295,508.02/yr, based on the price of the Muna Regency Regional Drinking Water Company (PDAM), which is Rp. 194,883,620.40/yr.

Keywords: *Water Management, Water Use, Valuation of Cave Services*

PENDAHULUAN

Kawasan hutan pada dasarnya merupakan penyangga bumi yang menjadi sumber kehidupan bagi semua makhluk hidup yang berada di dalamnya (Mangatas, 2021). Karena hutan mempunyai beranekaragam manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung (Mangatas, 2021) yang membutuhkan pengelolaan yang baik. Suparmoko (1997 dalam Soares *et al.*, 2017) menyebutkan bahwa pengelolaan hutan mempunyai peran penting untuk menunjang kelangsungan hidup semua makhluk hidup khususnya umat manusia (Ngo *et al.*, 2021; Djafar *et al.*, 2023; Amenu, 2017), hutan tidak hanya memberikan manfaat langsung (*tangible use*) sebagai sumber penghasil hasil hutan berupa kayu dan non kayu (Ali & Kassim, 2020; Weiss *et al.*, 2020; Simangunsong *et al.*, 2020), tetapi hutan juga memberikan manfaat tidak langsung (*intangibile use*) sebagai pengatur tata air, kesuburan tanah, iklim mikro, pengendali erosi, pencegah banjir dan longsor (Nahdi & Darsikin, 2014), keindahan, keunikan, keanekaragaman hayati, penyerapan dan penyimpanan karbon (Merryana, 2009 dalam Pratama, 2018; Paudyal *et al.*, 2022; Fitriah & Amarini, 2021), sehingga eksistensinya perlu tetap dipertahankan melalui pengaturan fungsi hutan (Nurikah & Cahyani, 2019; Handoko, 2014; Miura *et al.*, 2015).

Manfaat hutan secara tidak langsung yang fungsinya perlu dijaga dengan baik, bila ditinjau dari aspek ekologis diantaranya sebagai pengatur tata air (*hidrologis*) (Tognetti *et al.*, 2017; KLHK, 2020; Springgay *et al.*, 2021). Hutan yang didominasi oleh pohon-pohon dan komponen biotis dan abiotis lainnya membentuk ekosistem yang berpengaruh nyata terhadap siklus hidrologis (Budi, 2017; Sadjati & Insusanty, 2014; Siahaan *et al.*, 2023; Rochmayanto *et al.*, 2020). Air hujan yang jatuh ke pelataran bumi tidak langsung mengenai tanah, akan tetapi mengalir secara perlahan-lahan melalui dedaunan (Trisna *et al.*, 2018;), batang, cabang, ranting, tumbuhan bawah (Destaranti *et al.*, 2017) dan serasah (Bannister *et al.*, 2021). Selanjutnya air tersebut ada yang masuk ke dalam tanah (infiltrasi), mengalir melewati permukaan tanah (*run of*), dan menguap kembali ke lapisan atmosfer (Salsabila & Nugraheni, 2020; Aryanto & Hardiman, 2017; Badaruddin *et al.*, 2021; Prasetiawan, 2015). Bagi air hujan yang masuk ke dalam tanah terserap oleh akar pepohonan, tersimpan di dalam tanah, dan mengalir melalui aliran air bawah tanah yang muncul sebagai mata air yang bersih pada kali, sungai, danau dan gua-gua (Arsyad *et al.*, 2016; ADB, 2020; Reddy *et al.*, 2018) .

Air merupakan salah satu unsur yang sangat penting di muka bumi (Hossain, 2015; Kilic, 2020; Coder, 2020; Salsabila & Nugraheni, 2020). Air dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup baik oleh manusia, tumbuhan, maupun hewan (Mawardi, 2014; Wulandari *et al.*, 2017; Afifah, 2022; Salsabila & Nugraheni, 2020). Menurut Hadryana *et al.* (2015); Widiyanto *et al.* (2015); Akhirul *et al.* (2020); Alihar (2018) menyebutkan bahwa kebutuhan air semakin lama semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan hidup manusia, baik di daerah perkotaan maupun daerah pedesaan. Peningkatan tersebut dilihat dari dua hal yang saling tergantung satu sama lain yaitu sisi kualitas dan kuantitasnya (Sukristiyono *et al.*, 2021; Nasution, 2021; Pahude, 2022).

Pemenuhan kebutuhan air mutlak dilakukan dengan berbagai macam cara (Rini, 2022; Kornita, 2020; Syaifullah & Manzilati, 2015). Mulai dari tahap konservasi sumberdaya air, sampai pada pendistribusian air kepada masyarakat, meskipun diketahui pemenuhan kebutuhan air kepada seluruh penduduk adalah sebuah keniscayaan (Soetijono & Iksan, 2021; Armadi *et al.*, 2019). Namun, upaya tersebut selalu diupayakan pada lokasi berbeda-beda. Ada sebagian penduduk kurang mendapatkan pelayanan air, akan tetapi di sisi lain terdapat aktivitas dan kegiatan penduduk yang menggunakan air secara berlebihan dan cenderung terjadi pemborosan air (Sari *et al.*, 2021; Madonna, 2014; Tamana, 2018). Sementara itu, sumber air yang dapat juga digunakan untuk memenuhi

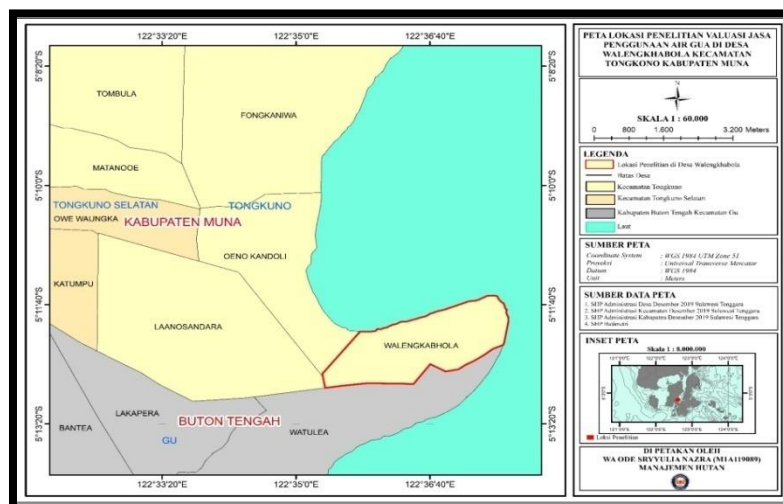
kebutuhan hidup penduduk diantaranya adalah termasuk air tanah yang tersimpan di dalam gua (Vebrianti *et al.*, 2019; Setiawati *et al.*, 2022; Angelia & Hakiki, 2021).

Gua memiliki sifat yang khas dalam mengatur suhu di dalamnya, yaitu saat udara di luar panas, maka di dalam gua akan sejuk, begitu juga sebaliknya apabila udara di luar dingin, maka di dalam gua akan terasa hangat (Ozturk, 2019; Mammola *et al.*, 2019). Sifat inilah yang menjadikan gua sebagai tempat berlindung bagi setiap makhluk hidup. Gua-gua yang banyak ditemukan di Pulau Jawa dan Pulau lain di Indonesia, sebagian adalah gua batu gamping atau gua karst (Tolentino *et al.*, 2020; Ferdinal *et al.*, 2023; Wijayanti & Maryanto, 2017).

Salah satu gua yang saat ini terus dijaga keberadaannya adalah Gua yang terdapat di Desa Walengkabola Kecamatan Tongkuno Kabupaten Muna Provinsi Sulawesi Tenggara. Menurut Nazra (2024) menyatakan bahwa gua ini dikelilingi oleh pepohonan besar dan tumbuhan liar serta memiliki air yang jernih dengan kedalaman ± 3 meter. Air tawar dari gua tersebut aman dikonsumsi secara langsung dan merupakan sumber mata air bagi masyarakat. Masyarakat memanfaatkan air dengan menggunakan mesin air yang dihubungkan langsung dengan menggunakan pipa dari air dalam gua dan selanjutnya menuju rumah mereka. Ada juga yang memanfaatkan air langsung kedalam gua, karena lokasinya yang dekat dengan permukiman, masyarakat di sekitar juga telah membuat fasilitas berupa tangga yang terbuat dari semen sehingga mempermudah akses masyarakat untuk mengambil air di gua tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui valuasi jasa gua dalam penggunaan air bersih oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari di Desa Walengkabola Kecamatan Tongkuno Kabupaten Muna.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Walengkabola Kecamatan Tongkuno Kabupaten Muna. Pengambilan data dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Oktober 2023.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Desa Walengkabola Kecamatan Tongkuno Kabupaten Muna

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah lembar kuesioner untuk pengumpulan data primer dari responden. Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa alat tulis menulis, *Global Positioning System* (GPS), *Hand phone multy function for recording, photographing, and video*.

Populasi merupakan keseluruhan objek/subjek penelitian, sedangkan sampel merupakan sebagian atau wakil yang memiliki karakteristik representasi dari populasi (Ajijah & Selvi, 2021; Amin *et al.*, 2023). Populasi dalam penelitian adalah seluruh masyarakat Desa Walengkabola yang berjumlah 105 kepala keluarga (kk) yang memanfaatkan air gua. Pengambilan sampel dilakukan secara *simple random sampling* (Amin *et al.*, 2023), dimana jumlahnya ditentukan sesuai dengan metode Slovin. Untuk penentuan jumlah sampel berdasarkan metode Slovin, maka digunakan formula yang dapat dijabarkan sebagai berikut (Amin *et al.*, 2023):

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Keterangan :

- n = jumlah sampel yang diperlukan
N = jumlah populasi
e = tingkat kesalahan sampel

Berdasarkan rumus di atas, maka ditentukan terlebih dahulu tingkat kesalahan yang dapat ditolerir sebesar 14,8%, sehingga diperoleh jumlah sampel sebanyak 32 kk yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$n = \frac{105}{1 + 105(0,148^2)}$$
$$n = \frac{105}{3,29992}$$
$$n = 31,8189 \approx 32$$

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif adalah data yang diperoleh dalam bentuk angka (Nuryadi *et al.*, 2017; Abdullah *et al.*, 2022) yang meliputi jumlah penduduk, usia penduduk, total volume penggunaan air. Adapun data kualitatif adalah data yang memberikan makna tertentu, dinyatakan dalam bentuk kata atau kategori (Nuryadi *et al.*, 2017; Abdullah *et al.*, 2022), contohnya: nama, jenis kelamin, dan lain-lain.

Sumber data yang diperoleh dalam penelitian ini ada dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian atau sumber asli atau pertama (Pratiwi, 2017; Tanujaya, 2017; Nurjanah, 2021). Dalam penelitian pengambilan data primer dilakukan dengan wawancara langsung kepada masyarakat Desa Walengkabola pengambil manfaat air gua di tempat penelitian dengan menggunakan kuisisioner. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung atau berasal dari sumber lain (Pratiwi, 2017; Nurjanah, 2021; Tanujaya, 2017), seperti dari instansi terkait seperti data Desa Walengkabola dan Kecamatan Tongkuno atau berupa literatur yang terkait dengan penelitian.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan observasi, wawancara dan studi pustaka. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Volume penggunaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga diantaranya pemenuhan kebutuhan masak, minum, mencuci, mandi dan toilet (m^3 /tahun)
2. Harga air berdasarkan harga kesepakatan penduduk dan harga berlaku untuk Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) lingkup Kabupaten Muna.

Analisis data dalam penelitian ini yaitu volume penggunaan air untuk kebutuhan masyarakat dan nilai ekonomi air berdasarkan harga kesepakatan dan harga PDAM Kabupaten Muna.

- a) Volume penggunaan air untuk kebutuhan rumah tangga dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Nazra, 2024) :

$$TPA = \frac{PA \times 30 \times 12}{n} \times \text{Jumlah populasi}$$

Keterangan:

TPA = Total penggunaan air untuk rumah tangga (m³/kk/tahun)

PA = Penggunaan air (masak, cuci, minum) (m³/kk/hari)

30 = Jumlah hari dalam sebulan

12 = Jumlah bulan dalam setahun

n = Jumlah responden (per kk)

- b) Valuasi jasa gua untuk penggunaan air dihitung berdasarkan harga berlaku yang telah ditetapkan dapat dihitung dengan menggunakan metode harga berlaku yaitu dengan rumus sebagai berikut (Yamin, 2016):

$$NA_{RT} = TPA \times H$$

Keterangan:

NA_{RT} = Nilai air penggunaan rumah tangga (Rp/tahun)

TPA = Total penggunaan air untuk rumah tangga (m³/tahun)

H = Harga berlaku (Rp/m³)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Penggunaan Air Rumah Tangga di Desa Walengkabola

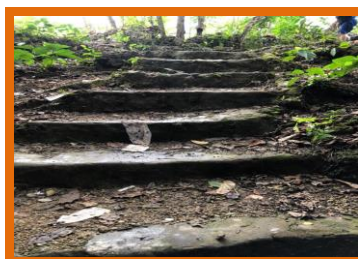
Gua merupakan sebuah bentukan alami berupa ruangan karst yang terbentuk pada medan batu gamping di bawah tanah baik yang berdiri sendiri maupun saling terhubung dengan ruangan-ruangan lain sebagai hasil proses pelarutan oleh aliran air maupun aktivitas geologi yang terjadi (Uca dan Angriani, 2018). Air yang berada di dalam gua merupakan air yang mengalir melalui bidang rekahan atau celah pada batu gamping yang berasal dari sungai bawah tanah maupun air hujan, baik yang berasal dari kawasan karst maupun di luar kawasan karst (Handayani, 2009 dalam Fitrah *et al.*, 2021)

Pemanfaatan air bersih oleh masyarakat dari gua di Desa Walengkabola Kecamatan Tongkuno, Kabupaten Muna dilakukan dengan 2 (dua) metode, yaitu: menggunakan mesin dan secara manual. Penggunaan mesin air oleh masyarakat menjadi pilihan utama bagi yang rumahnya jauh dari gua, dimana mesin tersebut hasil pembelian bersama oleh warga. Demikian pula listriknya ditanggung secara bersama-sama melalui iuran bulanan. Menurut Sigit *et al.* (2015); Mopala (2014) pengambilan air tanah dalam gua menggunakan pompa *submersible* yang selanjutnya ditampung dalam bak penampung sebelum disalurkan ke rumah-rumah warga. Pengambilan air secara manual dilakukan oleh masyarakat yang rumahnya dekat dengan gua dengan menggunakan gayung. Selanjutnya dibuatkan pijakan dari campuran semen dan pasir sebagai tempat lewat pengambil air (Nazra, 2024). Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2. berikut.



a. Penggunaan mesin air

b. Penggunaan gayung



c. Jalan keluar-masuk pengambilan air manual

Gambar 2. Metode pengambilan air oleh penduduk Desa Walengkabola

Penggunaan air oleh masyarakat di Desa Walengkabola sesuai peruntukannya berbeda-beda, hal ini dikarenakan tingkat kebutuhan masing-masing keluarga berbeda sesuai dengan berapa banyak anggota dalam keluarga (Padeng *et al.*, 2023). Hal ini dibuktikan dengan hasil wawancara dimana volume penggunaan air masyarakat untuk keperluan masak per harinya mencapai 0,05 m³/kk, untuk minum 0,01 m³/kk, untuk keperluan mencuci dan toilet sebesar 0,81 m³/kk dan mandi sebesar 0,04 m³/kk, sehingga total penggunaan air berdasarkan perhari sebesar 0,91 m³/kk. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil penggunaan air masyarakat di Desa Walengkabola

No	Jenis Penggunaan	Penggunaan air responden (m ³ /kk)					
		Total (m ³ /hr)	Rata-rata (m ³ /kk /hr)	Total (m ³ /bln)	Rata-rata (m ³ /kk /bln)	Total (m ³ /thn)	Rata-rata (m ³ /kk /thn)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	Masak	1,78	0,05	53,4	1,70	640,8	20,02
2	Minum	0,48	0,01	14,4	0,45	172,8	5,4
3	Mencuci/toilet	26,15	0,81	784,5	24,51	9.414	294,18
4	Mandi	1,49	0,04	44,7	1,39	536	16,76
	Total	29,9	0,91	897	28,05	10.763,6	336,36

Sumber : diolah dari data primer (Nazra, 2024)

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa rata-rata penggunaan air penduduk Desa Walengkabola sebesar 336,36 m³/kk/thn. Bila 1 (satu) kk terdiri dari 4 (empat) orang anggota keluarga, maka kebutuhan/penggunaan air adalah 84,09 m³/org/thn. Penggunaan air ini tergolong tinggi bila dibandingkan dengan kebutuhan air di perdesaan berdasarkan Badan Standar Nasional Indonesia (BSNI) yakni 60 liter/orang/hari atau 21,9 m³/orang/tahun (Suheri *et al.*, 2019). Adapun total penggunaan air bersih untuk seluruh penduduk Desa Walengkabola sebesar 35.317,80 m³/thn.

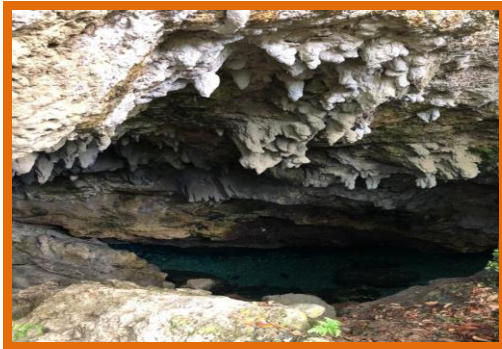
Masyarakat sekitar gua, selalu menjaga kelestarian hutan yang ada di tempat tersebut, sebab meskipun pendidikan mereka rendah, akan tetapi mereka menyadari bahwa keberadaan hutan dengan pepohonannya dapat menjamin ketersediaan air gua secara terus-menerus. Menurut Hakim *et al.* (2023); Marlina *et al.* (2022); Silva (2023) menyebutkan bahwa keberlangsungan fungsi hidrologi air gua dapat terus berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat yang menjamin secara kuantitas maupun kualitas, manakala kondisi hutan tetap terjaga. Hutan memiliki tiga pengaruh penting terhadap karakteristik hidrologis yaitu menahan tanah, menahan air lebih banyak, dan meningkatkan kapasitas infiltrasi (Sulistorini, 2016; Idris & Mahrup, 2017; Jacka *et al.*, 2021; Naharuddin *et al.*, 2022).

Persediaan air untuk masyarakat pada musim kemarau dan musim penghujan selalu tersedia dan tercukupi jumlahnya. Jumlah penggunaan atau kebutuhan air di Desa Walengkabola selalu

meningkat seiring dengan penambahan penduduk. Kontribusi yang dapat masyarakat berikan untuk menjaga kualitas air gua yaitu masyarakat perlu melakukan pelestarian Kawasan hutan terutama dalam kegiatan perlindungan dan tindakan konservasi vegetasi yang ada untuk lebih menjamin kualitas daerah tangkapan air hujan yang jatuh dan tersimpan ke dalam gua sebagai cadangan air dalam jangka panjang.

Valuasi Jasa Gua untuk Penggunaan Air di Desa Walengkabola

Gua di Desa Walengkabola mempunyai bentuk yang unik dengan adanya ornament *stalagtit* dan *stalagmite*. Salah satu yang mempengaruhi terbentuknya ornament adalah kuantitas air yang terinfiltrasi (Hasibuan *et al.*, 2020; Kusumayudha *et al.*, 2021; Gazquez *et al.*, 2020). *Stalagtit* terbentuk karena terjadinya pengendapan mineral di atap gua, dimana air yang mengandung kalsium karbonat muncul di atap gua kemudian menggantung sebelum jatuh ke lantai gua (Bayushakti, 2023). *Stalagmite* yaitu ornamen gua yang merupakan pasangan dari stalagtit yang berada di lantai gua (Fitrah *et al.*, 2021). Selain *stalagtit* dan *stalagmite*, yang menambah keindahan pemandangan gua adalah kondisi air gua Desa Walengkabola yang biru dan jernih. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3. berikut.



a. *Stalagtit* dan *Stalagmite*



b. Air gua biru dan jernih

Gambar 3. Keunikan dan keindahan Gua Desa Walengkabola

Terdapatnya lorong gua baik vertikal maupun horizontal dapat memberikan gambaran tentang kondisi morfologi endokarst (Labib *et al.*, 2019; Paryani & Haryono, 2022; Sahrina *et al.*, 2022). Kondisi tersebut memberikan tingkatan dalam perkembangan gua. Selain itu, distribusi ketinggian mulut gua dapat digunakan untuk mengetahui tingkatan gua, karena pola tingkatan tersebut merekam jejak yang disebabkan oleh tenaga tektonik maupun evolusi iklim (Bayarri *et al.* 2023). Terjadinya lorong horizontal pada gua disebabkan oleh faktor hidrologi, pada saat muka air tanah kontak dengan lorong gua (Tran *et al.*, 2022).

Valuasi Gua Desa Walengkabola dalam penelitian ini difokuskan pada jasa pemanfaatan air bersih. Untuk mengetahui berapa nilai air yang di gunakan Masyarakat, dilihat dari aspek kebutuhan rumah tangga yaitu dengan menggunakan metode harga berlaku dengan tarif air yaitu Rp5.000/kk/bln. Selain itu, akan dibandingkan dengan harga air perkubiknya berdasarkan ketetapan harga oleh PDAM Kabupaten Muna. Adapun nilai penggunaan air rumah tangga berdasarkan harga berlaku dapat dilihat pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Nilai ekonomi air berdasarkan kesepakatan

Uraian (1)	Volume (2)	Nilai (3)
Harga Kesepakatan (Rp/kk/bln)	-	5.000
Rata-Rata PA (m ³ /kk/bln)	28,05	-
Rata-Rata PA (m ³ /kk/thn)	336,36	-
Harga Air (Rp/m ³)		178,25
Nilai Air (Rp/kk/thn)		59.957,22

Sumber : diolah dari data primer (Nazra, 2024)

Berdasarkan Tabel 2. di atas, bila harga kesepakatan/kesediaan yang harus dibayar oleh setiap kepala keluarga sebesar Rp 5.000,-/bulan dan rata-rata penggunaan air sebesar 28,05 m³/kk/bln, maka nilai air perbulan sebesar 178,25 Rp/m³/kk. Akan tetapi bila rata-rata penggunaan air pertahun sebesar 336,36 m³/kk, maka nilai pertahun sebesar 59.957,22 Rp/m³/kk. Sehingga total nilai air dalam setahun dari 105 kk adalah Rp 6.295.508,02.

Nilai air pertahun dari jasa gua Desa Walengkabola berdasarkan harga kesediaan masyarakat untuk membayarnya, masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan harga air berdasarkan kubikasi PDAM Kabupaten Muna. Harga air perkubikasi untuk wilayah Muna adalah Rp 5518,-/m³ (Ensiklopedia Dunia Muna, 2023). Apabila pemakaian rata-rata air sebesar 336,36 m³/kk/thn, maka nilainya sebesar Rp. 1.856.034,48/kk/tahun. Sehingga, nilai jasa gua untuk penggunaan air Desa Walengkabola sebesar Rp. 194.883.620,40/thn.

Nilai jasa gua untuk penggunaan air bersih berdasarkan harga kesepakatan penduduk lebih rendah dibandingkan harga air berlaku PDAM di Kabupaten Muna, karena standar penetapannya yang berbeda. Untuk harga kesepakatan ditetapkan hanya untuk memenuhi kebutuhan hidup penduduk akan air. Adapun untuk harga PDAM, lebih bersifat profit (memperoleh keuntungan), karena dikelola oleh perusahaan daerah secara profesional yang menjangkau kepentingan masyarakat yang lebih luas. Sehingga membutuhkan banyak biaya diantaranya adalah biaya tetap dan variabel (operasional).

Valuasi merupakan usaha untuk menyatakan nilai moneter dalam perangkat dan pelayanan lingkungan dari sumber daya alam berupa jasa lingkungan hidrologis air di Desa Walengkabola Kecamatan Tongkuno. Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga air merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan. Kebutuhan manusia akan air sangat kompleks antara lain untuk minum, masak, mandi, mencuci dan sebagainya (Tunggul, 2012).

Gua di Desa Walengkabola dalam menyediakan air untuk kebutuhan masyarakat selalu terpenuhi meskipun pada musim kemarau dan musim hujan. Hutan berperan penting dalam dalam mengintersepsi hujan, meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah, mengurangi laju erosi tanah, mengurangi limpasan permukaan, mempertahankan debit air dan meningkatkan kelembapan tanah. Menurut Arsyad (2016) yang menyatakan terdapat tiga kemungkinan perubahan debit aliran yaitu (1) laju pertambahan debit air bawah tanah lebih kecil dari permukaan aliran air bawah tanah normal, (2) laju pertambahan air bawah tanah sama dengan laju penurunan sehingga debit aliran menjadi konstan untuk sementara, (3) laju pertambahan air tanah melebihi laju penurunan normal sehingga terjadi kenaikan permukaan air tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Desa Walengkabola Kecamatan Tongkuno Kabupaten Muna, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Total volume penggunaan air masyarakat untuk kebutuhan rumah tangga di Desa Walengkabola Kecamatan Tongkuno Kabupaten Muna adalah sebesar 35.317,80 m³/thn.
2. Nilai ekonomi air rumah tangga yang berasal dari air gua Desa Walengkabola berdasarkan harga kesepakatan yaitu sebesar Rp. 6.295.508,02/ tahun dan harga PDAM Kabupaten Muna sebesar Rp. 194.883.620,40/thn

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., M. Jannah, U. Aiman, S. Hasda, Z. Fadilla, Taqwim, Masita, K.N. Ardiawan & M.E. Sari. 2022. *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Yayasan Penerbit Muhammad Zaini. Pidie
- ADB., 2020. *A Seven-Step Approach for Springshed Development & Management*. Asian Development Bank. Manila.
- Afifah, F., 2022. Air Menurut Konsep Al – Quran dan Sains Medika. *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam dan Sains*, Vol 4(2), pp : 163 – 169.
- Ajijah, J.H. & E. Selvi. 2021. Pengaruh Kompetensi dan Komunikasi terhadap Kinerja Perangkat Desa. *Jurnal Manajemen*, Vol 13(2), pp: 232-236.
- Akhirul, Y. Witra, I. Umar & Erianjoni. 2020. Dampak Negatif Pertumbuhan Penduduk terhadap Lingkungan dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*, Vol 1(3), pp: 76-84.
- Ali, K.M. & S. Kassim. 2020. Waqf Forest: How Waqf Can Play a Role In Forest Preservation and SDGs Achievement? *Etikonomi*, Vol 19(2),pp: 349-364.
- Alihar, F., 2018. Penduduk dan akses air bersih di Kota Semarang. *Jurnal Kependudukan Indonesia*. Vol 13 (I), pp: 67-76.
- Amenu, B.T., 2017. Forest management and Conservation Practices in Ethiopia: Opportunities and Constraints. *Asian Journal of Forestry*, Vol 1(2),pp: 77-82.
- Amin, N.F., S. Garancang & K. Abunawas. 2023. Konsep Umum Populasi Dan Sampel Dalam Penelitian. *Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, Vol 14(1), pp: 15-31.
- Angelia, T. & M.S. Hakiki. 2021. Konsep Pengembangan Penyediaan Air Bersih Kawasan Permukiman Desa Wisata Bukit Surowiti, Gresik. *Jurnal Planoearth*, Vol 6(1), pp: 29-37.
- Armadi, D.A., A. Hidayat, & S.M.H. Simanjuntak. 2019. Analisis Pengelolaan Air Bersih Berkelanjutan di Kota Bogor (Studi Kasus: PDAM Tirta Pakuan). *Journal of Agriculture, Resource, and Environmental Economics*, Vol 2(2), pp: 1-12.
- Arsyad, M., N. Ihsan & V.A. Tiwow. 2016. Estimation of Underground River Water Availability Based on Rainfall in The Maros Karst Region, South Sulawesi. *Proceedings of International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education*. American institute of Physics.
- Arsyad, S. 2016. *Konservasi tanah dan air*. IPB Press. Bandung.

- Aryanto, D.E. & G. Hardiman. 2017. Kajian Multi Varian Faktor yang Berpengaruh terhadap Infiltrasi Air Tanah sebagai Dasar Penentuan Daerah Potensial Resapan Air Tanah. *Proceeding Biology Education Conference*, Vol 14(1), pp: 252-257.
- Badaruddin, H.S. Kadir & K. Nisa. 2021. *Hidrologi Hutan (Bahan Ajar)*. CV. Batang. Banjarmasin.
- Bannister, E.J., A.R. MacKenzie & X.M. Cai. 2021. Realistic Forests and the Modeling of Forest-Atmosphere Exchange. *AGU, Advancing Earth and Space Science*, Vol 10(1029), pp : 1-47.
- Bayarri, V., A. Prada, F. Garcia, L.M.D. Gonzalez, C.D.L. Heras, E. Castillo & P. Fatas. 2023. Integration of Remote-Sensing Techniques for the Preventive Conservation of Paleolithic Cave Art in the Karst of the Altamira Cave. *Remote Sens.* 2023, Vol 15(4), pp : 1-25.
- Bayushakti, D.L., 2023. Rock Minerological Analysis of Pawon Cipatat Cave, West Bandung. *Jurnal Scientia*, Vol 12(3), pp: 2482-2487.
- Budi, H.P., 2017. Valuasi Ekonomi Fungsi Hidrologis Kawasan Hutan Lindung Gunung Gawalise Sebagai Penyedia Kebutuhan Air bagi Masyarakat di Wilayah Kecamatan Ulujadi Kota Palu. *e Jurnal Katalogis*, Vol 5(3),pp: 127-136.
- Coder, K.D., 2020. Water (H₂O) – Tree Essential Element. *WSFNR, Universitas of Georgia*, pp: 1-15.
- Destaranti, N., Sulistyani & E. Yani. 2017. Struktur dan Vegetasi Tumbuhan Bawah pada Tegakan Pinus di RPH Kalirajut dan RPH Baturraden Banyumas. *Scripta Biologica*, Vol 4(3), pp: 155-160.
- Djafar, E.M., T.F. Widayanti, M.D. Saidi, A.M. Muin & Ratnawati. 2023. Forest management to Achieve Sustainable Forestry Policy in Indonesia. *OP Conf. Series: Earth and Environmental Scienc*, 1181 (2023) 012021. doi:10.1088/1755-1315/1181/1/012021.
- Ferdinal, H. Rifai, S. Zulaikah & D. Fitriani. 2023. Educational Tourism of Cave: Where Literature and Geology Meet. *ICSES 2022, APR 8*, pp. 113–126.
- Fitrah, C.N., S. Devi, Jusri, I.A. Putri, N.P.D. Lembang & A.A. Anindya. 2021. Karakteristik Fisik dan Kualitas Air di Gua Sulaiman, Desa Samangki, Kabupaten Maros. *Jurnal ABDI : Sosial Budaya dan Sains*, Vol 3(1), pp: 169-182.
- Fitriah, N. & I. Amarini. 2021. Existence of Protected Forest Function as Protection Area. *Jurnal Dinamika Hukum*, Vol 21(2),pp: 331-334.
- Gazquez, F., T.K. Bauska, L.C. Bru, B. Ghaleb, J.M. Calaforra & D.A. Hodell. 2020. The Potential of Gypsum Speleothems for Paleoclimatology: Application to The Iberian Roman Humid Period. *Scientific Reports*. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-71679-3>. diakses tanggal 17 Maret 2024.
- Hadryana, I.M.A.D., I.G.N.K. Arsana & I.P.G. Suryantara. 2015. Analisis Keseimbangan Air/Water Balance di DAS Tukad Sungai Kabupaten Tabanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Vol 19(2), pp: 99-107.
- Hakim, M.Z., T.F. Widayanti, A. Arifin, M. Ruslan, M.U. Sari. 2023. Regulation of Water Resources to Guarantee the Right to Availability of Water in the Karst Area of Maros-Pangkep, South Sulawesi, Indonesia. 3rd Riau Annual Meeting on Law and Social Sciences (RAMLAS). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1181(2023), pp: 1-10.
- Handayani, A., 2009. Analisis Potensi Sungai Bawah Tanah di Gua Seropan dan Gua Semuluh untuk Air Kawasan Karst di Kecamatan Semanu Kabupaten Gunung Kidul Provinsi Daerah Istimewa Jogjakarta Tahun 2007. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Handoko, C., 2014. Some Problems in Maintaining Sustainability of Indonesia's Forests: Descriptive Study. *Indonesian Journal of Forestry Research*, Vol 1(1), pp: 33-46..
- Hasibuan, R.S., K.D. Cita & F. Ilmi. 2020. Identification of Ornament and Fauna Potential of Sibiuk Cave in Ciampea Bogor Subdistrict. *Media Konservasi*, Vol 25(3), pp: 167-174.
- Hossain, M.Z., 2015. Water : The Most Precious Resource of Our Life. *Global Journal of Advanced Research*, Vol 2(9), pp: 1436-1445.
- Idris, M.H. & Mahrup. 2017. Changes in Hydrological Response of Forest Conversion to Agroforestry and Rainfed Agriculture in Renggung Watershed, Lombok, Eastern Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, Vol 23 (2), pp: 102-110.
- Jacka, L., A. Walsmley, M. Kovar & J. Frouz. 2021. Effects of Different Tree Species on Infiltration and Preferential Flow in Soils Developing at a Clayey Spoil Heap. *Geoderma*, 403 (1 December 2021), 115372. Diakses tanggal 17 Maret 2024.
- Kilic, Z., 2020. The Importance of Water and Conscious Use of Water. *International Journal of Hydrology*, Vol 4(5), pp: 239-241.
- KLHK RI., 2020. *The State of Indonesia's Forests 2020*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- Kornita, S.E., 2020. Strategi Pemenuhan Kebutuhan Masyarakat terhadap Air Bersih di Kabupaten Bengkulu. *Jurnal Samudra Ekonomi & Bisnis*. Vol 11(2), pp: 166-181.
- Kusumayudha, B. Prastistho, M.F. Zakaria, I. Rahmawati & T. Setyaningrum. 2021. Rock Mass Rating and Feasibility Assessment of Karst Cave Geo-Ecotourism in Tanjungsari District, Gunungkidul Regency, Yogyakarta Special Region, Indonesia. *Geographia Technica*, Vol 16(2), pp: 53-68.
- Labib, M.A., E. Haryono & Sunarto. 2019. The Development of Cave Passage in Donomulyo, Malang-Indonesia. *ICST 2018. E3S Web of Conferences* 76, 04010 (2019). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20197604010>. diakses 17 Maret 2024.
- Madonna, S., 2014. Efisiensi Energi Melalui Penghematan Penggunaan Air, (Studi Kasus: Institusi Pendidikan Tinggi Universitas Bakrie). *Jurnal Teknik Sipil*, Vol 12(4), pp: 267-274.
- Mammola, S., E. Piano, P. Cardoso, P. Vernon, D.D. Villar *et al.*, 2019. Climate Change Going Deep: The Effects of Global Climatic Alterations on Cave Ecosystems. *HAL, Open Science*, Vol 6(1), pp: 98-116.
- Marlina, Sumarmi, I.K. Astina & D.H. Utomo. 2022. Traditional Value of Using Cave Water for Sustainable Ecotourism in Wakatobi Regency, Indonesia. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, Vol 41(2), pp : 621-627.
- Mompala, M.J., 2014. Pemanfaatan Sungai Bawah Tanah Gua Ngguwu untuk Memenuhi Kebutuhan Air Penduduk Desa Giri Asih, Kecamatan Purwosari, Kabupaten Gunung Kidul. *Laporan Tugas Akhir*. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Mangatas, R., 2021. Kajian Alih Fungsi Lahan Hutan Serta Peranannya Dalam Penyerapan Tenaga Kerja, Pertumbuhan Ekonomi dan Peningkatan Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten Perbatasan Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Nasional SATIESP 2021*.
- Mawardi, M. 2014. Air dan Masa Depan Kehidupan. *Jurnal Tarjih*, Vol 12(1), pp: 132-142.

- Miura, S., M. Amacher, T. Hofer, J.S.M. Ayanz, Ernawati & R. Thackway. 2015. Protective Functions and Ecosystem Services of Global Forests in The Past Quarter-Century. *Forest Ecology and Management*, 352(2015), pp: 35–46.
- Naharuddin, A. Wahid, Golar, I Rachman, Akhbar, S.D. Massiri. 2022. Soil Infiltration in Various Areas as a Basis For Hydrological Alterations in The Toboli Watershed, Central Sulawesi, Indonesia. *Water Conservation & Management (WCM)*, Vol 6(2), pp: 76-80.
- Nasution, A.N., 2021. Evaluasi Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Pdam Tirta Deli Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang. *Skripsi*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Medan.
- Nahdi, M.S. & Darsikin. 2014. Distribusi dan Kemelimpahan Spesies Tumbuhan Bawah pada Naungan Pinus mercusii, Acacia auriculiformis dan Eucalyptus alba di Hutan Gama Giri Mandiri, Yogyakarta. *Jurnal Natur Indonesia*, Vol 16(1), pp : 33-41.
- Nazra, W.O.S., 2024. Valuasi Jasa Penggunaan Air Gua di Desa Walengkabola Kecamatan Tongkuno Kabupaten Muna. *Skripsi*. Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan Universitas Halu Oleo.
- Ngo, T.T.H., T.P.M. Nguyen, T.H. Duong & T.H. Ly. 2021. Forest - Related Culture and Contribution to Sustainable Development in the Northern Mountain Region in Vietnam. *Forest and Society*, Vol 5(1), pp: 32-47.
- Nurikah & F.A. Cahyani. 2019. Forest Utilization Policy in Indonesia in Improving Environmental Carrying Capacity. *Atlantis Press*, Vol 367, pp: 80-82.
- Nurjanah. 2021. Analisis Kepuasan Konsumen dalam Meningkatkan Pelayanan pada Usaha Laundry Bunda. *Jurnal Mahasiswa*, Vol 1(1), pp: 117-128.
- Nuryadi, T.D. Astuti, E.S. Utami, M. Budiantara. 2017. *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Sibuku Media. Yogyakarta.
- Ozturk, B. 2019. *Marine Caves of The Eastern Mediterranean Sea Biodiversity, Threats and Conservation*. Turkish Marine Research Foundation. Istanbul.
- Padeng, B.B., M. Samin & M.H. Hasan. 2023. Pengaruh Jumlah Penghuni Rumah Tangga, Jenis Penggunaan Air, dan Tingkat Pendapatan Terhadap Kebutuhan Air Bersih Bersumber dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Desa Baumata Barat Kecamatan Taebenu Kabupaten Kupang. *Jurnal PANGEA : Wahana Informasi Pengembangan Profesi dan Ilmu Geografi*, Vol 5(1), pp: 41-48.
- Pahude, M.S., 2022. Analisis Kebutuhan Air Bersih di Desa Santigi Kecamatan Tolitoli Utara Kabupaten Tolitoli. *Jurnal Inovasi Penelitian*, Vol 3(2), pp: 4801-4810.
- Paryani, E. & E. Haryono. 2022. Analysis of Cave Morphology in Wediombo and its Surrounding Area, Gunungkidul. 4th International Conference on Environmental Resources Management (ICERM-2021). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1039 (2022) 012053. doi:10.1088/1755-1315/1039/1/012053. Diakses tanggal 17 Maret 2024.
- Paudyal, K., L. Yanxia, T.T. Long, S. Adhikari, S. Lama & K.P. Bhatta. 2022. *Ecosystem Services From Bamboo Forests: Key Findings, Lessons Learnt And Call For Actions From Global Synthesis*. Inbar Working Paper. Diakses 09 Maret. 2024.
- Prasetiawan, T., 2015. Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Ketersediaan Air Baku PDAM Kabupaten Lebak. *Aspirasi*, Vol 6(1), pp: 77-92.

- Pratama, H., 2018. Nilai Ekonomi Pemanfaatan Jasa Air Daerah Aliran Sungai (Das) Way Betung Studi Kasus : Desa Talang Mulya, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Pratiwi, N.I., 2017. Penggunaan Media Vidio Call dalam Teknologi Komunikasi. *Jurnal Ilmiah Dinamika Sosial*, Vol 1(2), pp : 202-214.
- Reddy, M.T., N. Sivaraj, V. Kamala, S.R. Pandravada & N. Sunil. 2018. Classification, Characterization and Comparison of Aquatic Ecosystems in the Landscape of Adilabad District, Telangana, Deccan Region, India. *Librabry Journal*, Vol 5(4), pp : 1-49.
- Rini, I., 2022. Water Resources Management to Fulfill The Basic Needs of The Community. *International Journal of Social Science*, Vol 2(1), pp : 1173-1178.
- Rochmayanto, Y., D. Priatna, A. Wibawo, M. Salminah & F.J. Salakah. 2020. *Strategi dan Teknik Restorasi Ekosistem Hutan Rawa Air Payau (Tipe Lahan Marine Clay)*. Edisi Revisi. IPB Press. Bogor.
- Sadjati, E. & E. Insusanty. 2014. Nilai Ekonomi Air Rumah Tangga Masyarakat Sekitar Hutan Ulayat Buluhcina. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, Vol 11(2), pp : 12-22.
- Sahrina, A., D. Fitrianti, G.F. Sukoco, K. Hidayat, N.M. Ma'asika & M.A. Labib. 2022. Cave Map: Condition, Potential, and Danger Information of Cave Passages in Malang Regency, Indonesia. 3rd International Conference on Geography and Education. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1066 (2022) 012008. doi:10.1088/1755-1315/1066/1/012008. Diakses 17 Maret 2024.
- Salsabila, A. & I.L. Nugraheni. 2020. *Pengantar Hidrologi*. AURA (Aura Utama Raharja). Bandar Lampung.
- Sari, I.N., Y. Khery, B.A. dan Nufida, H. Hatimah & Hendrawani. 2021. Gagasan Perancangan Alat Filtrasi Bongkar Pasang berbasis Gravity Driven Membran (GDM) untuk Meningkatkan Motivasi Siswa. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, Vol 8(2), pp: 242-255.
- Setiawati, E., P.K. Suprpto & N. Sunaedi. 2022. Pemanfaatan Air Tanah Dangkal untuk Memenuhi Kebutuhan Domestik Masyarakat di Sekitar TPA Sampah Kota Banjar. *GEODUCATION, Journal of Geography Education Universitas Siliwangi*, Vol 3(2), pp : 61-65.
- Siahaan, S., Y.B. Yanter & S. Latifah. 2023. Penilaian Daya Tarik Objek Wisata Alam Air Terjun Gurung Sepangin di Desa Tekudak Kecamatan Kalis Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Belantara*, Vol 6(2), pp : 293-306.
- Sigit, A.A., K.D. Priyono & Y. Priyana. 2015. Pemanfaatan Air Sungai Bawah Tanah Gua Suruh untuk Masyarakat Desa Pucung, Eromoko, Wonogiri. *Warta*, Vol 18(1), pp : 10-20.
- Silva, J.A. 2023. Wastewater Treatment and Reuse for Sustainable Water Resources Management: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, Vol 15(14), pp : 1-32.
- Simangunsong, B.C.H., E.G.T. Manurung, Elias, M.P. Hutagaol, J. Tarigan & S.B. Prabawa. 2020. Tangible Economic Value of Non-Timber Forest Products from Peat Swamp Forest in Kampar, Indonesia. *Biodiversitas*, Vol 21(12),pp: 5954-5960.
- Soares, E.M., I.M. Antara & I.M. Adhika. 2017. Strategi Pengelolaan Kawasan Lindung Manucoco Berbasis Masyarakat di Kota Administratif Atauro, Dili Timor-Leste. *Ecotrophic*, Vol 11(1),pp: 15-22.

- Soetijono, I.K. & W. Iksan. 2021. Peningkatan Partisipasi Masyarakat dalam Upaya Konservasi Sumber Mata Air di Gombengsari Kalipuro Banyuwangi. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol 1(2), pp : 45-50.
- Springgay, E., R. Dannunzio, S.G. McNulty & E.A. Steel. 2021. *A Guide to Forest-Water Management*. The Food and Agriculture Organization of The United Nations and International Union of Forest Research Organizations and U.S. Department of Agriculture. Rome..
- Suheri, C. Kusmana, M.Y.J. Purwanto & Y. Setiawan. 2019. Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol 4(3), pp : 207-218
- Sukristiyono, R.H. Purwanto, H. Suryatmojo & Sumardi. 2021. Analisis Kuantitas dan Kualitas Air dalam Pengembangan Pemanfaatan Sumber Daya Air Sungai di Kawasan Hutan Lindung Sungai Wain. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, Vol 9(3), pp : 239-255.
- Sulistorini, I.S. 2016. Analisis kualitas air pada sumber mata air di Kecamatan Karanganyan Dan Kaliorang Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Hutan Tropis*. Vol 4(1), pp : 64-76.
- Syaifulloh, M.T. & A. Manzilati. 2015. Analisis Pemenuhan Kebutuhan dan Penyelesaian Kelangkaan Sumber Daya Air (Studi Kasus Kelurahan Tlogowaru, Malang). *JIEP*, Vol 15(1), pp : 27-49.
- Tamana, N., 2018. Akses Masyarakat Miskin Terhadap Air Minum Bersih di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah*. Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya. Malang. Diakses tanggal 12 Maret 2024.
- Tanujaya, C., 2017. Perancangan Standart Operational Procedure Produksi pada Perusahaan Coffeein. *PERFORMA: Jurnal Penelitian dan Start-Up Bisnis*, Vol 2(1), pp : 90-95.
- Tognetti, R., G.S. Mugnozza & T. Hofer. 2017. *Mountain Watersheds and Ecosystem Services: Balancing multiple demands of forest management in head-watersheds*. European Forest Institute. Finland.
- Tolentino, P.J.S., J.R.L. Navidad, M.D. Angeles, D.A.P. Fernandez, E.L.C. Villanueva *et al.*, 2020. Review: Biodiversity of forests over limestone in Southeast Asia with Emphasis on the Philippines. *Biodiversitas*, Vol 21(4), pp : 1597-1613.
- Tran, D.A., N. Goeppert, A.N. Palmer & N. Goldscheider. 2022. Development and Structure of Karstification of the Dong Van Karst Plateau UNESCO Global Geopark, North Vietnam Based on Cave Survey Data. *International Journal of Earth Sciences* (2022) 111, pp :1573–1592.
- Trisna, Wiryono, & E. Apriyanto. 2018. Tumbuhan Bawah pada Perkebunan Kelapa Sawit Tua (TM) dan Sawit Muda (TI) dengan Peremajaan Teknik Underplanting di PT. Bio Nusantara Teknologi. *NATURALIS – Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, Vol 7(2), pp: 61-69.
- Tunggul, E. 2012. Pengelolaan sumber air di Desa Jawesari Kecamatan Limbangan Kabupaten Kendal. *Jurnal Kesehatan Indonesia*. Vol 8(1),pp: 17-22.
- Uca & R. Angriani. 2018. Pemetaan Gua Kalibong Aloa Kawasan Karst Pangkep. *Jurnal Sainsmat*, Vol 7(2), pp: 92-101.
- Vebrianti, L.O. Amaluddin & R. Musyawah. 2019. Deskripsi Tentang Pemanfaatan Sumber Mata Air Jompi Kelurahan Laende Kecamatan Katobu Kabupaten Muna. *La Geografia*. Vol 18(1), pp :55-63.

- Weiss, G., M.R., Emery, G. Corradini & I. Zivojinovic. 2020. New Values of Non-Wood Forest Products. *Forest*. Vol 11, pp: 165; doi:10.3390/f11020165.
- Widiyanto, A.F., S. Yuniarno dan Kuswanto. 2015. Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri dan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol 10(2), pp: 246-254.
- Wijayanti, F. & I. Maryanto. 2017. Diversity and pattern of nest preference of bat species at bat-dwelling caves in Gombong Karst, Central Java, Indonesia. *Biodiversitas*, Vol 18(3), pp: 864-874.
- Wulandari, R., Y. Siti, E. Septia, J. Indah & R.H. Niken. 2017. Pemanfaatan Tumbuhan Iris Air (*Neomarica gracilllis*) Sebagai Agen Bioremediasi Air Limbah Rumah Tangga. Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS. Diakses 11 Maret 2024.
- Yamin, M., 2016. Valuasi Jasa Lingkungan Hidrologis Kawasan Hutan Produksi Andowia sebagai Penyedia Sumber Air Bersih bagi Masyarakat di Kecamatan Andowia Kabupaten Konawe Utara. *Skripsi*. Universitas Halu Oleo. Kendari.